

---

## EPIDEMIOLOGIA BASEADA EM ESGOTO (EBE) – ANÁLISE ATUAL E PERSPECTIVAS FUTURAS

Wastewater Based Epidemiology (WBE) - Review about actually and future perspectives

Josiane da Silva Fernandes<sup>1</sup>

---

### RESUMO

O presente trabalho fez uma análise sobre a epidemiologia baseada em esgoto (EBE), a qual é utilizada como ferramenta para análises e compreensão de situações reais de doenças, principalmente ocasionadas por vírus, como a pandemia do covid-19 de 2020 a 2022. Dessa forma, percebe-se que a mesma é um instrumento de grande valia para entendimento dos casos, uma vez que RNA de vírus pode ser encontrado em amostras de esgoto sanitário. A metodologia com análise dos artigos em sites e repositórios também traz uma grande relevância científica e se torna algo a ser explorado cada vez mais no ambiente de pesquisa.

**Palavras-chave:** RNA, Monitoramento, PCR, COVID-19.

---

### ABSTRACT

This paper did an analyses about Wastewater Based Epidemiology (WBE), that is used as instrument to analyses and comprehension about diseases real, major occurrence for virus, from covid-19 pandemic, 2020 to 2022. Thus, it is clear that it is a very valuable tool for understanding the cases, since RNA can be found in sewage samples. The methodology with analysis of articles on websites and repositories also brings great scientific relevance and becomes something to be explored more and more in the research environment.

**Key-words:** RNA, monitoramento, PCR, COVID-19.

---

<sup>1</sup> Mestre em Saneamento e meio ambiente, Universidade Federal de Minas Gerais, Eng.jsfernandes@gmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos princípios básicos da Epidemiologia é o de que os agravos à saúde não ocorrem por acaso em uma população. A partir desse princípio, pode-se afirmar que a distribuição desigual dos agravos à saúde é produto da ação de fatores que se distribuem desigualmente na população. Dessa forma, a Epidemiologia dedica-se a estabelecer relações entre dois ou mais eventos, um dos quais é sempre um fenômeno relacionado à saúde e os demais são causas hipotéticas existentes no ambiente (PEREIRA, 2001).

Dessa forma, a Epidemiologia Baseada em Efluentes (ou águas residuárias) (EBE) ou em inglês *Waste Based Epidemiology* (WBE) é o monitoramento e análise de efluentes em sistemas de esgoto para obter informações epidemiológicas. A prática já se mostrou útil ao longo dos anos. Por exemplo, forneceu a detecção precoce de um surto de poliomielite em 2013 em Israel e já é uma ferramenta aceita para monitorar o uso legal e ilegal de drogas em uma população (MATIZ *et al.* 2022; ZHENG *et al.*, 2023). Espera-se que a lista de usos da WBE seja expandida para incluir uma ampla gama de doenças, exposições a substâncias e efeitos do aumento da temperatura. Atualmente, está sendo discutido no contexto da pandemia de COVID-19 (FLUENCE CORP, 2020).

Embora o campo da EBE existisse antes do início da pandemia do coronavírus, ele está se expandindo rapidamente na esperança de que possa se tornar uma ferramenta de saúde pública da linha de frente. Após três anos da Organização Mundial da Saúde decretar a pandemia de covid-19, tem-se estabelecido estudos através da EBE, muitos estudos tem sido publicado para entender a epidemiologia da covid-19 e por seguinte avançar nos estudos sobre o tema.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Gertjan Medema, pesquisador do Instituto Nacional Holandês de Saúde Pública e Meio Ambiente (Dutch National Institute for Public Health and the Environment), detectou, em março de 2020, a presença do coronavírus no esgoto em amostras coletadas no aeroporto Schiphol, em Amsterdam, e nas cidades de Kaatsheuvel e de Tilburg, na Holanda. Em Paris, na França, foram realizadas análises em amostras de esgoto bruto nas três maiores estações de tratamento de esgoto, com resultado positivo para a presença do SARS-CoV-2. Também foi verificado que a contaminação do esgoto ocorreu antes mesmo do aumento exponencial da doença na cidade (AYMORES; BARRETO, 2022).

Apesar das evidências da presença de outros coronavírus nas fezes, como o SARS-CoV (causador da síndrome respiratória aguda e severa) e o MERS-CoV (causador da síndrome respiratória do Oriente Médio), e tendo em vista a capacidade de permanecerem viáveis em condições que facilitariam a transmissão via feco-oral, não há evidências de que o SARS-CoV-2 também possa ser transmitido por essa rota. Portanto pesquisas futuras devem ser realizadas para verificar se o vírus estaria viável no esgoto sanitário de forma que comprove ou não a possibilidade dessa via de transmissão (HELLER; MOTA; GRECO, 2020).

Em Nova York, no ano de 2022, foi decretado estado de emergência após amostras do vírus da poliomielite terem sido detectadas no esgoto de quatro municípios, incluindo a cidade de Nova York. As autoridades de saúde começaram a rastrear a presença do vírus que causa a paralisia infantil em águas residuais no estado depois de um adulto, que não tinha sido vacinado, na região de Rockland ter sido diagnosticado com a doença em julho. Esse foi primeiro caso de poliomielite confirmado nos Estados Unidos em quase uma década. O vírus foi detectado no esgoto do estado em amostras a partir do mês de abril. Ele foi encontrado em águas residuais da cidade de Nova Iorque e dos estados de Rockland, Orange e Sullivan (MFM, 2022).

Dessa forma percebe-se a EBE como uma ferramenta de suma importância para pesquisa de virus em águas residuais.

### 3. METODOLOGIA

Para o levantamento de estudos que abordaram o tema de interesse deste trabalho foi utilizado a base de dados *do portal capes* e o *pubmed*. A busca utilizou os termos: Epidemiologia Baseada em Esgoto – EBE, assim como a versão em inglês *Waste Based Epidemiology*. Para verificar o avanço nos últimos três anos, devido ao aumento de estudos baseados em EBE relacionados a pandemia de covid-19, o período da busca foi dividido em dois intervalos: antes e após o ano de 2020, como marcador para período anterior e posterior a pandemia de covid-19. O *software power bi* foi utilizado para elaborar os mapas temáticos de palavras-chave, assim como a nuvem de palavras.

Ademais, entender como são as práticas baseadas em evidências, o que corrobora dados científicos desde o levantamento de uma hipótese até a sua aplicação, na figura 1 pode ser observado o fluxograma das etapas levantadas para que uma hipótese seja aplicada como evidência.

**Figura 1:** Fluxograma de prática baseada em evidência.



**Fonte:** Autoria própria (2023).

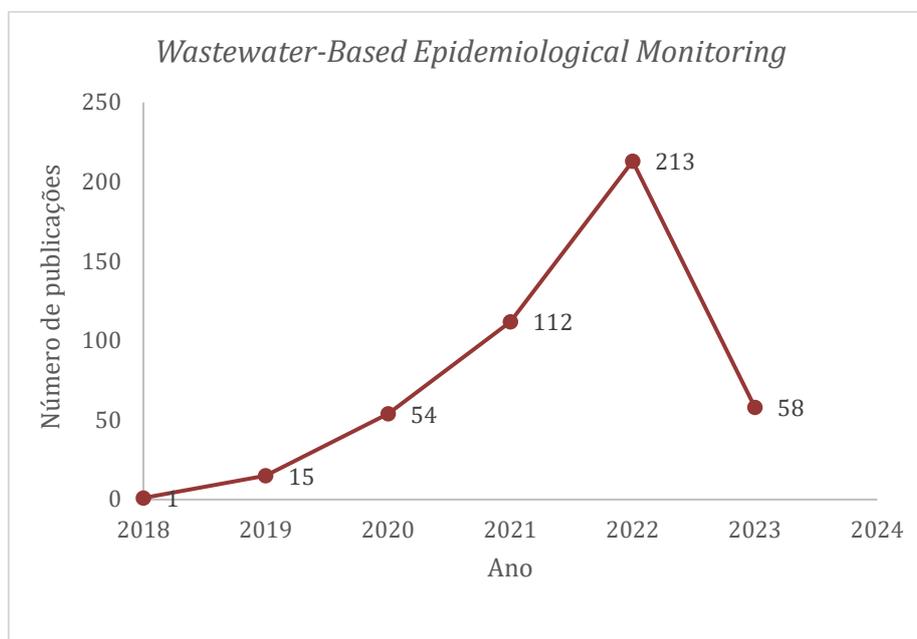
#### 4. RESULTADOS

O Brasil está entre os países com maiores números de casos e óbitos confirmados, exibindo notáveis diferenças regionais. Dessa forma redes de monitoramento de COVID em Esgotos começaram a ser desenvolvidas. Essas que tem o objetivo de acompanhar a presença do novo coronavírus nas amostras de esgoto coletadas A rede monitoramento de COVID-19, da Universidade Federal de Minas Gerais, por exemplo, analisa amostras em diferentes pontos do sistema de esgotamento sanitário de seis capitais e cidades que integram as regiões metropolitanas (ANA, 2023). A partir desses grupos de estudos realizados para entender a dinâmica dos virus que a EBE passa a ser um instrument de grande valia para uma maior investigação do comportamento das epidemias.

Ademais, os dados de SARS-CoV-2 gerados a partir dos esgotos são adequados para informar sobre tendências de agravamento ou atenuação da pandemia em uma mesma cidade ou região ao longo do tempo. Devem ser evitadas comparações diretas entre os valores absolutos de cargas ou concentrações de SARS-CoV-2 entre diferentes cidades.

De acordo com avanço nas pesquisas, os novos estudos buscam compreender melhor a EBE, principalmente no momento pós-pandemia. Na figura 2, pode ser observado o número de buscas da EBE no Sistema do pubmed nos cincos anos, demonstrando claramente um aumento, nesse modelo de pesquisa.

**Figura 2:** Pesquisa da palavra *Wastewater-Based Epidemiological Monitoring* no *pubmed* nos últimos cinco anos.



Fonte: Autoria própria (2023).

Uma das mais complexas atividades da política de vigilância sanitária em caso de pandemias é o monitoramento e a detecção de novos casos de contaminação, para criar barreiras que evitem a propagação da doença. No caso da SARS-CoV-2, as altas taxas de subnotificação, fruto da dificuldade de produzir testagem em massa e do significativo número de indivíduos contaminados que permanecem assintomáticos, tornam ainda mais complexa a tarefa de monitorar a disseminação do vírus e reduzir os índices de contaminação.

No artigo de Hart e Hurd (2020), os autores argumentam que a epidemiologia baseada na análise de esgoto (WBE), que vem se tornando uma ferramenta importante de vigilância de doenças infecciosas, poderia auxiliar a vigilância populacional na pandemia da COVID-19.

Eles citam evidências preliminares de detecção bem-sucedida de SARS-CoV-2 em efluentes municipais da Holanda, dos Estados Unidos e da Austrália, que confirmariam essa possibilidade. Alertam, no entanto, que ainda há incertezas quanto a se um ensaio baseado em EBE, seria suficiente para orientar políticas sanitárias e indicam a necessidade de combinar EBE com aplicação posterior de testes clínicos. Para avaliar a possibilidade de a EBE ser utilizada em larga escala na detecção da SARS-CoV-2, o estudo relatado toma como base a realização de uma análise computadorizada que combina um grande volume de dados e cálculos estatísticos.

Diante deste cenário, as novas pesquisas também se debruçam sobre a otimização de processos e os epidemiologistas tem estudado diversas relações da EBE, tais como na investigação forense para

detectar o uso de drogas, para o monitoramento de doenças cardiovasculares e câncer, mais recentemente a EBE e a epidemia de COVID-19. Na tabela 1, estão apresentados dez artigos sobre os diversos temas que a EBE tem sido aplicada mais recentemente.

**Tabela 1:** Artigos relacionados com EBE nos anos de 2023 e 2022.

Título	Autores	Ano
Métodos analíticos para a determinação de antidepressivos, antipsicóticos, benzodiazepínicos e seus metabólitos através da epidemiologia baseada em esgoto.	LAIMOU-GERANIOU, M., SAÚDE, D., HEATH, E.	2023
Revisão sistemática do escopo avaliando o potencial da epidemiologia baseada em esgoto para o monitoramento de doenças cardiovasculares e câncer.	AMIN, V. BOWES, D.A.; HALDEN, R.U.	2023
Avaliação epidemiológica baseada em águas esgoto em todo o país do uso de metformina na China: 2014-2020.	ZHENG, Q., DU, P., WANG, Z., <i>et al.</i>	2023
Biossensores para a detecção de surtos de doenças através da epidemiologia baseada em esgoto.	JIMÉNEZ-RODRÍGUEZ, M.G.; SILVA-LANCE, F; PARRA-ARROYO, L., <i>et al.</i>	2022
Monitoramento de longo prazo dos padrões de consumo de drogas durante a pandemia de COVID-19 em uma comunidade de pequeno porte no Brasil por meio de epidemiologia baseada em esgoto.	HAHN, R. Z; BASTIANI, M.F; LIZOT, L.D.L.F. <i>et al.</i>	2022
Rumo ao diagnóstico inteligente de doenças infecciosas pandêmicas usando epidemiologia baseada em esgoto.	MAHMOUDI, T., NAGHDI, T; MORALES-NARVÁEZ, E; GOLMOHAMMADI, H.	2022
A vigilância de esgoto pode ajudar a China a prevenir de forma econômica o surto nacional de COVID-19?	Zhang, Y., Zhu, K.; Huang, W., <i>et al.</i>	2022
Prevalência do consumo de drogas ilícitas em uma população de Hanói: uma estimativa usando epidemiologia baseada em águas residuais.	Matiz, T.T.T., ZHENG, Q. ANH, N.T.K.; <i>et al.</i>	2022
Comparação da vigilância baseada em águas residuais SARS-CoV-2 de alta frequência em tubo com testes clínicos aleatórios simultâneos de COVID-19 em um campus universitário público dos EUA.	WRIGHT, J.; MOTORISTA, E.M., BOWES, D.A., JOHNSTON, B., HALDEN, R.U.	2022

**Fonte:** Autoria própria (2023).

Recentemente, a vigilância de águas residuais também tem sido amplamente utilizada para a detecção de SARSCoV-2 em comunidades, uma vez que as águas residuais recolhidas contêm vírus excretados de indivíduos sintomáticos e assintomáticos em uma determinada captação. Vários estudos recentes que analisaram os títulos de SARS-CoV-2 em águas residuais as estações de tratamento (ETAR) por RT-qPCR revelaram uma boa correlação entre as taxas de incidência de SARS-CoV-2 e os títulos de vírus em resíduos (SONGZHE *et al.*, 2023).

Araújo *et al.* (2022), também tem utilizado de EBE para quantificação do SARS-Cov2 em amostras de efluentes de hospitais que atendem pacientes com covid-19, durante a primeira onda da pandemia no Brasil. Apresentando uma relação entre o número de pacientes positivos para COVID-19 e a concentração viral em amostras de efluentes de três diferentes hospitais da cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. Embora não foi possível determinar no estudo, tendências no número de pacientes infectados através das concentrações de SARS-CoV-2 em amostras de efluentes de hospitais, os resultados sugerem que no monitoramento de efluentes pode ser eficiente para a detecção de indivíduos infectados em nível local, complementando os dados clínicos.

A mesma autora citada acima também tem estudado sobre a presença de RNA SARS-CoV-2 em amostras de esgoto em locais públicos localizados sendo eles: a estação de tratamento de esgoto do Aeroporto Internacional, o principal terminal rodoviário interestadual, um centro comercial de alto padrão, um centro comercial popular e um instituto universitário. Os resultados foram comparados com os do esgoto influente das duas principais estações de tratamento de esgoto do município.

No entanto, as concentrações virais nas amostras dos locais públicos selecionados foram, em geral, muito inferiores às das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) municipais, o que pode ser devido ao comportamento das pessoas não infectadas ou assintomáticas, que provavelmente visitarão esses locais relativamente mais do que as infectadas sintomáticas. Dentre esses locais, as amostras de do aeroporto apresentaram as maiores concentrações virais e os picos de concentração foram observados previamente aos surtos locais. Portanto, o monitoramento de esgoto aeroportuário pode fornecer uma indicação da situação epidemiológica regional (ARAÚJO, 2022).

Na tabela 2, pode ser observado o número de ocorrência de palavras-chave relacionadas a EBE. Dessa forma, observa-se que a palavra RNA, foi descrita 228 vezes, uma vez que a técnica utilizada é baseada e q-PCR (Reação em Cadeia de Polimerase). A palavra epidemiologia apareceu 34 vezes nos artigos pesquisados, dando destaque e relevância ao assunto pesquisado.

**Tabela 2:** Ocorrência das palavras chaves em artigos que tratam de EBE.

Autores/Ano Palavras	DE						
	ARAÚJO, 2022	SONGZHE, 2023	DIMITRAKOPOULOS, 2022	OLOYE, 2022	WARTELL, 2022	SWIFT, 2023	HEGAZY, 2023
RNA	20	41	85	27	34	0	21
Covid-19	10	28	2	5	11	28	88
Epidemiologia	4	1	3	0	3	4	17
Águas residuárias	85	17	57	40	71	79	102
Epidemia	0	7	0	0	0	0	0

Autores/Ano Palavras	DE						
	ARAÚJO, 2022	SONGZHE, 2023	DIMITRAKOPOULOS, 2022	OLOYE, 2022	WARTELL, 2022	SWIFT, 2023	HEGAZY, 2023
PCR	1	13	88	11	12	52	22

Fonte: Autoria própria (2023).

Em 2022, Mpox, também conhecida como Monkeypox ou varíola dos macacos, que é uma zoonose causada pelo vírus *mpox*. Apesar de endêmica em países da África Central e Ocidental, registrou de surtos em regiões não endêmicas. O cenário epidemiológico atual não tem relação com macacos, já que a transmissão do vírus *mpox* ocorre de humanos para humanos (WHO, 2022). Diante do cenário atual de casos de *mpox*, o principal desafio são as incertezas sobre o comportamento do vírus em populações que não haviam tido contato com o MPXV previamente. Outro aspecto peculiar do enfrentamento é a concomitância de emergências de saúde pública internacional, com a presença da Covid-19 e outros agravos (FIOCRUZ, 2022).

Percebe-se assim, a importância da EBE, uma vez que também pode ser aplicada para a pesquisa de demais tipos de surtos ou endemias de doenças, assim como correlacionadas.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme constatado pelas publicações recentes, há um crescente interesse pela comunidade científica pela EBE, assim se observa um crescimento de estudos sobre o tema, esse de grande relevância, visto que a humanidade ainda passará por períodos de novas pandemias e surtos de doenças. Por conseguinte, é necessário estreitar ainda mais as correlações da EBE com os achados clínicos para doenças virais.

## REFERÊNCIAS

AMIN, V.; BOWES, D. A.; HALDEN, R. U. Revisão sistemática do escopo avaliando o potencial da epidemiologia baseada em esgoto para o monitoramento de doenças cardiovasculares e câncer. **Science Total Environmental**, Brasília, nº 31 v.3 Dez. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/ress/2022.v31n3/e2022422/>. Acessado em: Mar. 2023.

ANA. **Agência Nacional de Águas**. Rede de monitoramento COVID. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/ana/pt-br/assuntos/acontece-na-ana/monitoramento-covid-esgotos/boletins-monitoramento-covid-esgotos>. Acessado em: Abr. 2023.

AYMORES, S.; BARRETO, S. **Até no esgoto tem coronavírus! E agora?**. 2021. Disponível em: <https://umsoplaneta.globo.com/opiniao/colunas-e-blogs/samuel-barreto/post/2021/06/ate-no-esgoto-tem-coronavirus-e-agora.ghtml>. Acessado em: Mai. 2023.

ARAÚJO, J. C. de; Long-term monitoring of SARS-CoV-2 RNA in sewage samples from specific public places and STPs to track COVID-19 spread and identify potential hotspots. **Science Of The Total Environment**. Belo Horizonte. v. 838, p. 155959, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35588823/>. Acessado em: Abr. 2023.

ARAÚJO, J. C. de *et al.* Quantification of SARS-CoV-2 in wastewater samples from hospitals treating COVID-19 patients during the first wave of the pandemic in Brazil. **Science of the Total Environment**, Belo Horizonte. v. 856, p. 160498, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36436622/>. Acessado em: Abr. 2023.

CAVALCANTE, J. R. *et al.* COVID-19 no Brasil: evolução da epidemia até a semana epidemiológica 20 de 2020. **Epidemiologia Serviço de Saúde**, Brasília, v. 29, n. 4, e2020376, 2020. Disponível em: [http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1679-49742020000400016&lng=pt&nrm=iso](http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742020000400016&lng=pt&nrm=iso). Acessado em: Mai. 2023.

DIMITRAKOPOULOS, L. *et al.* Evaluation of viral concentration and extraction methods for SARS-CoV-2 recovery from wastewater using droplet digital and quantitative RT-PCR. **Case Studies in Chemical and Environmental Engineering**. Grécia. p6 v.100224. 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666016422000469>. Acessado em: Mar. 2023.

FIOCRUZ. Instituto Oswaldo Cruz. **Monkeypox: saiba mais sobre a doença**. 2022. Disponível em: <https://www.ioc.fiocruz.br/noticias/monkeypox-saiba-mais-sobre-doenca>. Acessado em: Abri. 2023.

FLUENCE CORP. Fluence News Team. **Brasil enfrenta uma crise de água devido a propagação do covid-19**. 2020. Disponível em: <https://www.fluencecorp.com//pt/brasil-enfrenta-crise-de-agua-devido-ao-covid-19/>. Acessado em: Mar. 2023.

HART, O. E.; HALDEN, R. U. Computational analysis of SARS-CoV-2/COVID-19 surveillance by waste water-based epidemiology locally and globally: Feasibility, economy, opportunities and challenges. **Science Total Environmental**, EUA. v.730, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32371231/>. Acessado em: Mar. 2023.

HAHN, R. Z. *et al.* Monitoramento de longo prazo dos padrões de consumo de drogas durante a pandemia de COVID-19 em uma comunidade de pequeno porte no Brasil por meio de epidemiologia baseada em esgoto. **Quimiosphera**, Brasil. V.302:134907. 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35561781/>. Acessado em: Mar. 2023.

HELLER, L.; MOTA, C.; GRECO, D. COVID-19 faecal-oral transmission: Are we asking the right questions?. **Science of the Total Environment**. Brasil v. 729, 138919, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138919>. Acessado em: Mar. 2023.

JIMÉNEZ-RODRÍGUEZ, M. G. *et al.* Biossensores para a detecção de surtos de doenças através da epidemiologia baseada em esgoto. **Tendências em Química Analítica**, Espanha. V. 43 nº4. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/ndNdcTS3CBYJpd3rKGqp5Bp/>. Acessado em: Mar. 2023.

LAIMOU-GERANIOU, M.; SAÚDE, D.; HEATH, E. Métodos analíticos para a determinação de antidepressivos, antipsicóticos, benzodiazepínicos e seus metabólitos através da epidemiologia baseada em esgoto. **Tendências em Química Analítica Ambiental**. EUA. V. 37. 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214158822000393>. Acessado em: Mai. 2023.

MAHMOUDI, T. *et al.* Rumo ao diagnóstico inteligente de doenças infecciosas pandêmicas usando epidemiologia baseada em esgoto. Brasil. **Tendências em Química Analítica**, V. 42. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/ndNdcTS3CBYJpd3rKGGqp5Bp/>. Acessado em: Mai. 2023.

MATIZ, T. T. T. *et al.* Prevalência do consumo de drogas ilícitas em uma população de Hanói: uma estimativa usando epidemiologia baseada em águas residuais. **Science Total Environmental**, EUA. V. 815. 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34995598/>. Acessado em: Mai. 2023.

MFM. Made for Minds. **Nova York detecta vírus da poliomielite em esgoto**. 2022. Disponível em: <https://www.dw.com//pt-br/nova-york-detecta-virus-da-poliomielite-em-esgoto/a-63078235>. Acessado em: Mai. 2023.

OLOYE, F. F. *et al.* Rapid transition between SARS-CoV-2 variants of concern Delta and Omicron detected by monitoring municipal wastewater from three Canadian cities. **Science of the Total Environment**. Canadá. V. 841. 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35716745/>. Acessado em: Mai. 2023.

PEREIRA, G. M. **Epidemiologia: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 2001. p. 596.

PUBMED. **Wastewater-Based Epidemiological Monitoring**. 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36320818/>. Acessado em: Mar. 2023.

ZHANG, Y. *et al.* A vigilância de esgoto pode ajudar a China a prevenir de forma econômica o surto nacional de COVID-19?. **Science Total Environmental**, Brasil. V. 191. 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33434709/>. Acessado em: Mai. 2023.

ZHENG, Q. *et al.* Avaliação epidemiológica baseada em águas residuais em todo o país do uso de metformina na China: 2014-2020. **ACS ES e T Água**, China. 2022. V.165. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35597112/>. Acessado em: Mai. 2023.

WRIGHT, J. *et al.* Comparação da vigilância baseada em águas residuais SARS-CoV-2 de alta frequência em tubo com testes clínicos aleatórios simultâneos de COVID-19 em um campus universitário público dos EUA. **Science Total Environmental**, EUA. V. 820. 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34998780/>. Acessado em: Mai. 2023.

SONGZHE F. *et al.* Development of quantitative wastewater surveillance models facilitated the precise epidemic management of COVID-19. **Science of the Total Environment**. 2023. China. v. 857. 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36240917/>. Acessado em: Mai. 2023.

SWIFT, C. L. *et al.* SARS-CoV-2 concentration in wastewater consistently predicts trends in COVID-19 case counts by at least two days across multiple WWTP scales. **Environmental Advances**. 2023. V.100347 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36718477/>. Acessado em: Abri. 2023.

WARTELL, B. A. Relationship between SARS-CoV-2 in wastewater and clinical data from five wastewater sheds. **Journal of Hazardous Materials Advances**. EUA. v. 100159. 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36619827/>. Acessado em: Abri. 2023.

HEGAZI, N. *et al.* Understanding the dynamic relation between wastewater SARS-CoV-2 signal and clinical metrics throughout the pandemic. **Science of the Total Environment**. EUA. v. 853. 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36075428/>. Acessado em: Mai. 2023.

WHO. Organização Mundial de Saúde. **Variola do Macaco**. 2022. Disponível em: [www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/monkeypox](http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/monkeypox). Acessado em: Mai. 2023.